

LES CONDITIONS DE L'ATLANTIQUE ENTRE ABIDJAN ET L'EQUATEUR*

par

Jean René DONGUY

du Centre d'Océanographie et des Pêches (ORSTOM) - Pointe Noire

et

Michel PRIVE

du Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire - Abidjan

Troisième Partie^{***}

VARIATIONS ANNUELLES DES CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES AU LARGE D'ABIDJAN ET DE LA COTE D'IVOIRE A L'EQUATEUR

Résumé

Le Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire a effectué systématiquement depuis 1960 une station hebdomadaire à 24 milles au sud d'Abidjan et depuis 1961 une radiale nord-sud entre Abidjan et l'Equateur environ tous les deux mois. Le régime hydrologique de cet espace marin est en majeure partie soumis à l'influence australe. En moyenne devant Abidjan la saison chaude, caractérisée par de l'eau chaude et dessalée, commence le 15 octobre et se termine le 5 juillet. La saison froide, caractérisée par de l'eau froide et salée et qui semble due à un upwelling, commence le 1er août et se termine le 1er octobre. La thermocline et le maximum de salinité ont l'immersion la plus forte vers 2°00'N. Le maximum d'immersion de la thermocline coïncide en général avec le changement de courant qui, portant à l'Est près de la côte, porte à l'Ouest près de l'Equateur. Les conditions physico-chimiques (oxygène, phosphate, pH) ont des variations très semblables : en saison chaude, grande stabilité, en saison froide enrichissement superficiel provoquant une grande activité planctonique. Enfin l'étude de la teneur en oxygène permet de conclure à une origine boréale du maximum de salinité proche de la côte et à une origine australe de celui qui existe au Sud de 2°00'N.

* Manuscrit reçu le 11 mai 1964

*** Les deux premières parties de cette étude ont paru dans les "Cahiers Océanographiques" XVI, 3 (mars 1964) pp.193-204 et 5 (mai 1964) pp.393-398.

1

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 32583, ex 1

Cote : B

A b s t r a c t

The "Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire" has done systematically since 1960 a weekly hydrologic station 24 sea miles off in the south of Abidjan and since November 1961 a cruise between Abidjan and the Equator about every two months. The hydrologic climate of this sea-space is subjected principally to the austral influence. On an average, in front of Abidjan the hot season characterized by warm water and low salinity, is beginning on the 15th of October and finishing on the 5th of July. The cold season, characterized by cold water and high salinity and apparently owing to an upwelling, is starting on the 1st of August and finishing on the 1st of October. The thermocline and the maximum of salinity get at the greatest depth towards 2°00'N. The greatest depth of the thermocline is got at the same place that the reverse of stream, travelling easterly near the coast and westerly near the Equator. The physical and chemical properties (oxygen, phosphate, pH) have very similar variations : in the hot season, strong stability; in the cold season, superficial enriching with a great planctonic activity. The variations of the concentration of oxygen allow us to conclude there is a northern origin for the maximum salinity near the coast and a southern origin for the same in the south of 2°00'N.

Zusammenfassung

Der "Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire" hat seit 1960 eine wöchentliche Station 24 Seemeilen südlich von Abidjan gegründet und erst seit November 1961 unternimmt er eine Fahrt zwischen Abidjan und dem Äquator ungefähr jeden zweiten Monat. In diesem Seeraum sind die hydrographischen Veränderungen hauptsächlich unter dem südlichen Einfluss. Vor Abidjan fängt im Durchschnitt die warme Jahreszeit am 15. Oktober an und endet am 5. Juli; sie ist durch warmes und weniger gesalzenes Wasser bezeichnet. Die kalte Jahreszeit fängt am 1. August an und endet am 1. Oktober; sie ist durch kaltes und gesalzenes Wasser bezeichnet und ist einem "Upwelling" zurückzuführen. Die "Thermocline" und das Maximum von Salzhaltigkeit sind gegen 2°00 N am tiefsten. Da wo die "Thermocline" am tiefsten ist, ändert der Strom seine Richtung. Der Strom, der in der Nähe der Küste nach Osten fließt, fließt hingegen nach Westen in der Nähe des Äquators. Die physikalischen und chemischen Lagen (Sauerstoff, Phosphat, pH...) haben ähnliche Änderungen. Während der warmen Jahreszeit grosse Stabilität; während der kalten Jahreszeit entsteht eine Bereicherung der Wasseroberfläche, die eine grosse Vermehrung des Planktons verursacht. Die verschiedenen Eindickungen des Sauerstoffes erlauben uns zu erschliessen, dass das Maximum an Salzhaltigkeit in der Nähe der Küste, von nördlicher Herkunft ist, dass das andere Maximum südlich von 2°00'N von südlicher Herkunft ist.

R e s u m e n

El "Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire" desde 1961 efectuó sistemáticamente una parada semanal a las 24 millas al Sur de Abidjan y el Ecuador poco más o menos cada dos meses. El régimen hidrológico en este espacio del mar por la mayor parte está sometido a la influencia austral. Por término medio ante Abidjan, la estación caliente caracterizada por agua caliente y desalada empieza el 15 de Octubre y se acaba el 5 de julio. La estación fría, caracterizada por agua fría y salada y que parece debida a un "upwelling" empieza el 1er de agosto y se acaba el 1er de octubre. La termoclina y el maximum de salinidad tienen la inmersión más fuerte hacia 2°00'N. El maximum de inmersión de la termoclina coincide generalmente con el

cambio de corriente que, dirigiéndose hacia el Este cerca de la costa, se dirige hacia el oeste cerca del Ecuador. Las condiciones físicas-químicas (oxígeno, fosfato, pH) tienen variaciones muy parecidas : durante la estación cálida gran estabilidad, y durante la estación fría, enriquecimiento superficial provocando una gran actividad planetónica. Por fin, las variaciones de cantidad de oxígeno permiten concluir a un origen boreal por el maximum de salinidad cerca de la costa y a un origen austral por el que existe el sur de $2^{\circ}00'N$.

INTRODUCTION

Dans les deux premières parties de cette étude, nous avons décrit respectivement le climat marin au large d'Abidjan et les variations hydrologiques entre Abidjan et l'Equateur à l'aide, d'une part, de la compilation des résultats de la station hydrologique hebdomadaire située à 24 milles au Sud d'Abidjan, d'autre part des résultats des radiales nord-sud entre Abidjan et l'Equateur (fig.1). Les résultats de la station permettront de grouper dans cette troisième partie les éléments nécessaires à l'analyse des conditions physico-chimiques devant Abidjan tandis que ceux de la radiale Nord-Sud nous fourniront les mêmes éléments entre Abidjan et l'Equateur.

Nous étudierons donc les variations des concentrations en oxygène dissous (en cm^3/litre), en phosphate (en $\mu\text{atome-gramme/litre}$ de phosphore), du pH et des phénomènes qui en découlent. L'oxygène était dosé suivant la méthode de WINKLER, le phosphate suivant la méthode colorimétrique de WOOSTER et RAKESTRAW et le pH était obtenu à l'aide d'un pHmètre électrique. Nous pouvons admettre une précision de $\pm 0,05 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour la teneur en oxygène, $\pm 0,10 \mu\text{atg/l}$ de phosphore pour la concentration en phosphate et $\pm 0,05$ pour le pH.

Les travaux du "Meteor" ont mis en évidence les principales caractéristiques de ces propriétés physico-chimiques tant au point de vue de leurs variations verticales qu'au point de vue de leur répartition géographique dans le golfe de Guinée (WATTENBERG - 1938).

Quelques grandes expéditions américaines se sont attachées, comme l'avait déjà fait le "Meteor", à l'étude des concentrations en oxygène, phosphate et nitrate, du Nord au Sud de l'Atlantique (RILEY - 1951, REDFIELD - 1942). VARLET (1958), malgré un petit nombre d'observations, a mesuré les principales conditions physico-chimiques devant Abidjan sans pouvoir en étudier le cycle annuel.

I - VARIATIONS ANNUELLES DES CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES DEVANT ABIDJAN

En vue de servir de référence aux travaux postérieurs nous avons calculé :

1) Les moyennes mensuelles des concentrations en oxygène et en phosphate ainsi que du pH pour chacune des années 1960, 1961, 1962,

2) Les moyennes mensuelles globales pour ces mêmes valeurs rassemblées en une année type, considérée comme la moyenne des trois années citées ci-dessus.

Nous pouvons ainsi étudier les variations des teneurs en oxygène et en phosphate pendant les années 1960, 1961, 1962 entre la surface et 300 mètres de profondeur (fig.2 et 3).

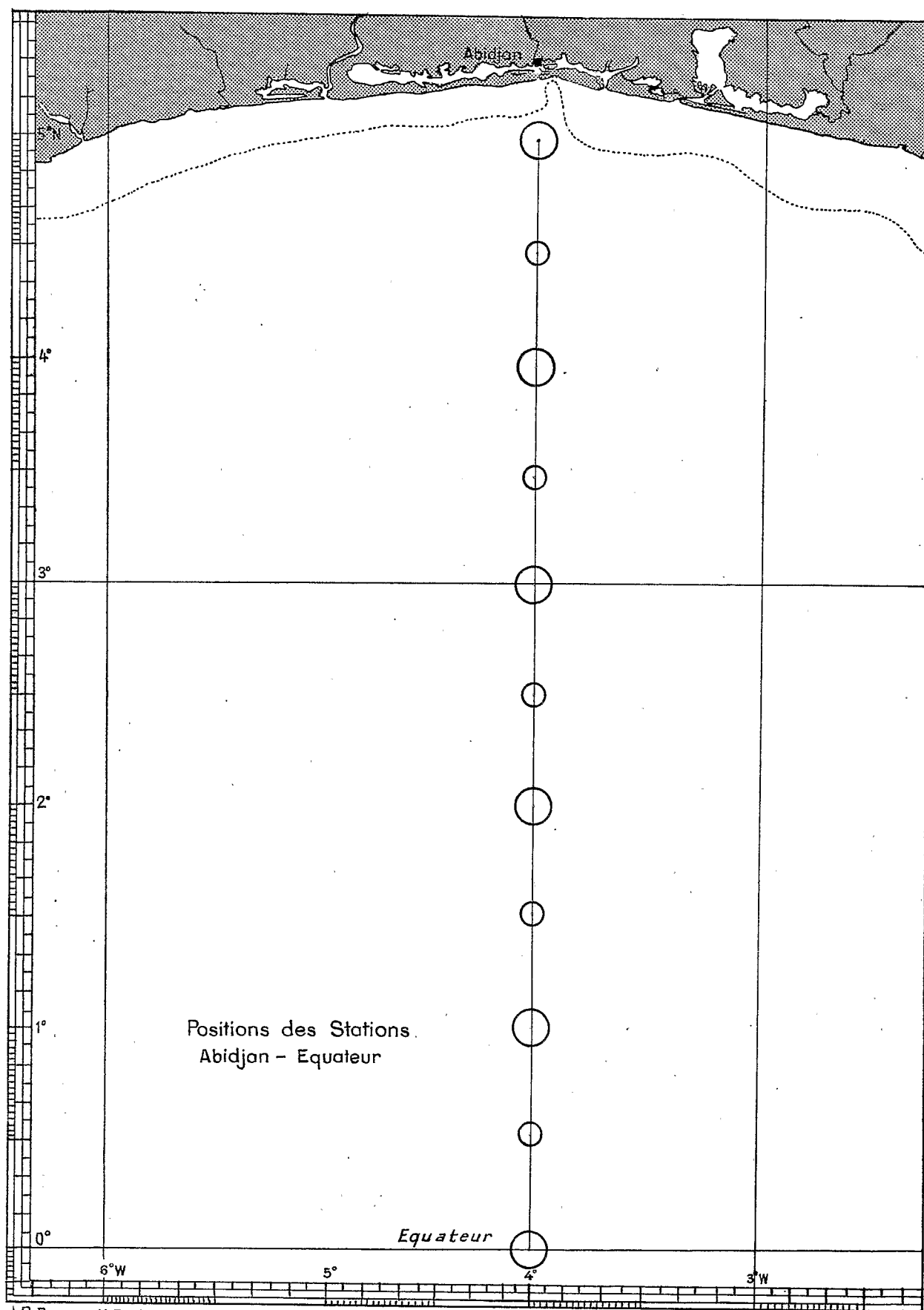
Ces trois années présentent des caractères très semblables et les variations se répètent avec une certaine fidélité[⌘].

Ceci nous permet de tracer les variations schématiques des concentrations en oxygène, en phosphate et celles du pH (fig.4,5 et 6) à l'aide des moyennes mensuelles globales pour une année type. La salinité a été portée pour mémoire (fig.7). Les variations de ces valeurs sont en tous points similaires.

En saison froide d'août à octobre, sur les trois graphiques, on observe une remontée des isolignes d'une trentaine de mètres au minimum. La concentration en oxygène des premiers mètres est particulièrement forte (supérieure à 5 cm³/l) et la saturation est atteinte. Elle diminue très brutalement ensuite et n'atteint plus que 3 cm³/l à 10 mètres d'immersion. La concentration en phosphate, proche en surface de 0,25 µatg/l P.PO₄ se renforce rapidement jusqu'à une immersion comprise entre 10 et 20 mètres. Le gradient d'augmentation est ensuite beaucoup plus faible jusqu'à 100 mètres environ.

D'un bout à l'autre de la saison chaude les conditions sont très semblables : homogénéité en surface, stabilité des isolignes. La concentration en oxygène est en général comprise entre 4,5 et 5 cm³/l entre 30 mètres d'immersion

[⌘] Il ne faut cependant pas conclure à une parfaite régularité du cycle des conditions physiques et physico-chimiques au cours des années successives. Certaines années comme 1958, n'ont présenté que peu de ressemblances avec la moyenne générale. On se reportera à ce sujet au travail de G.R. BERRIT (1958) "Les Saisons Marines à Pointe-Noire".



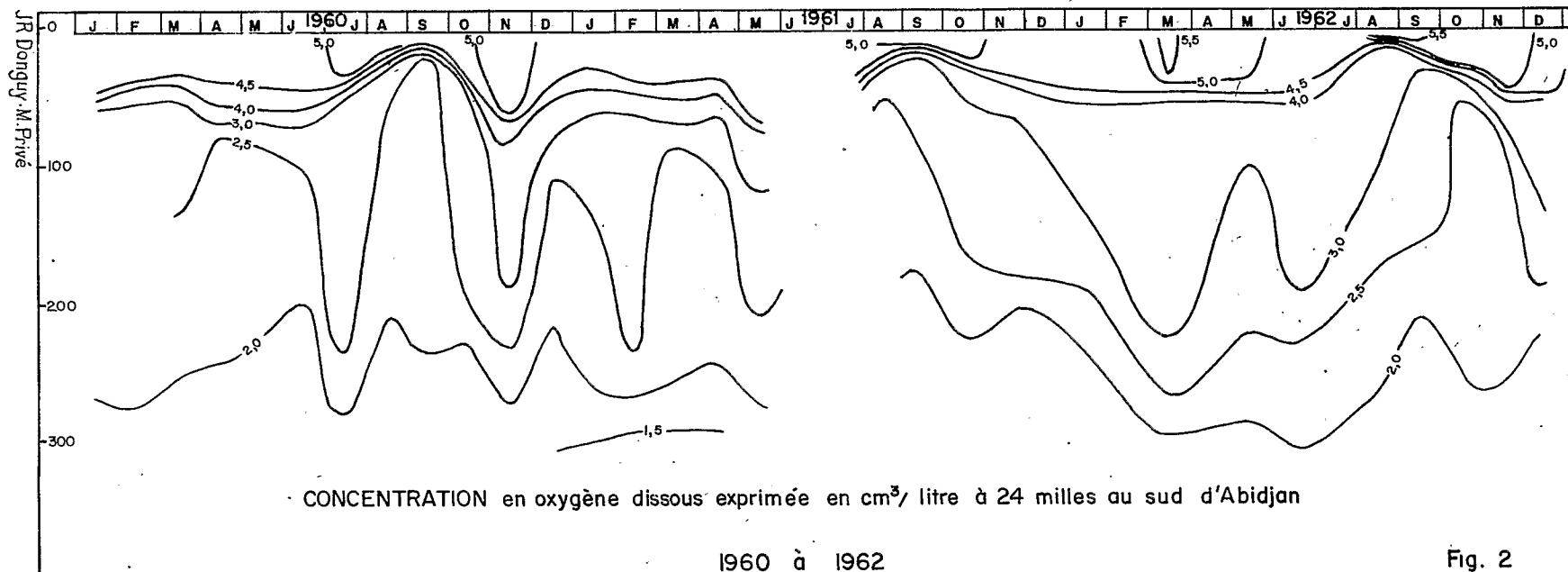


Fig. 2

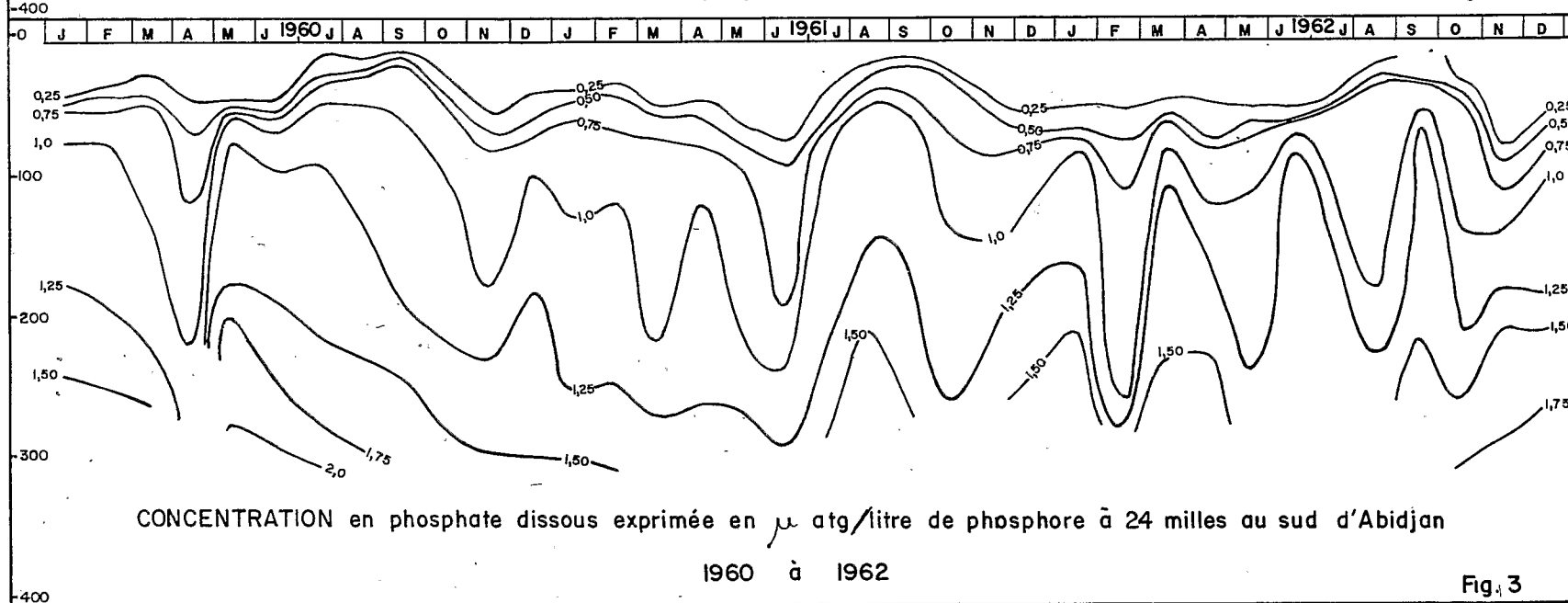
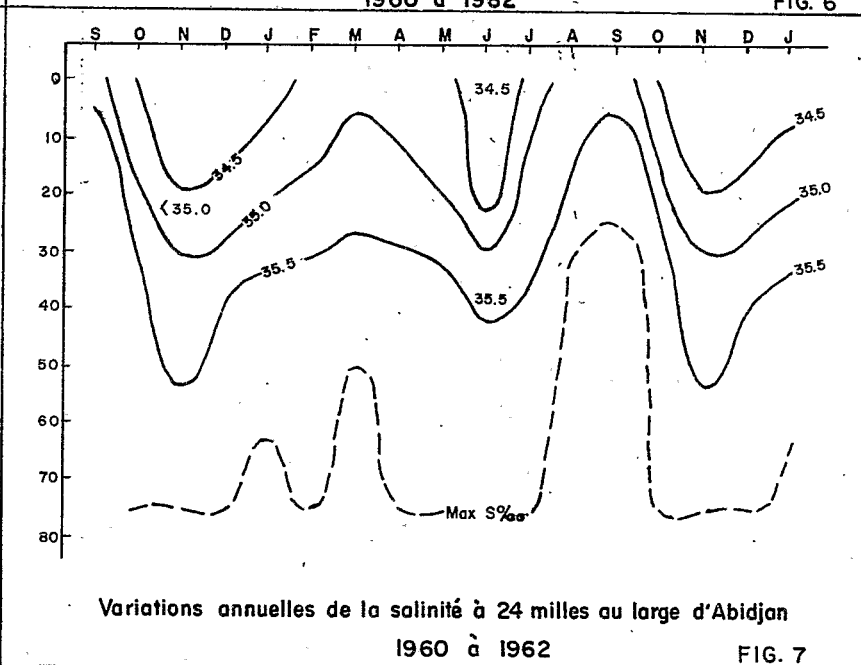
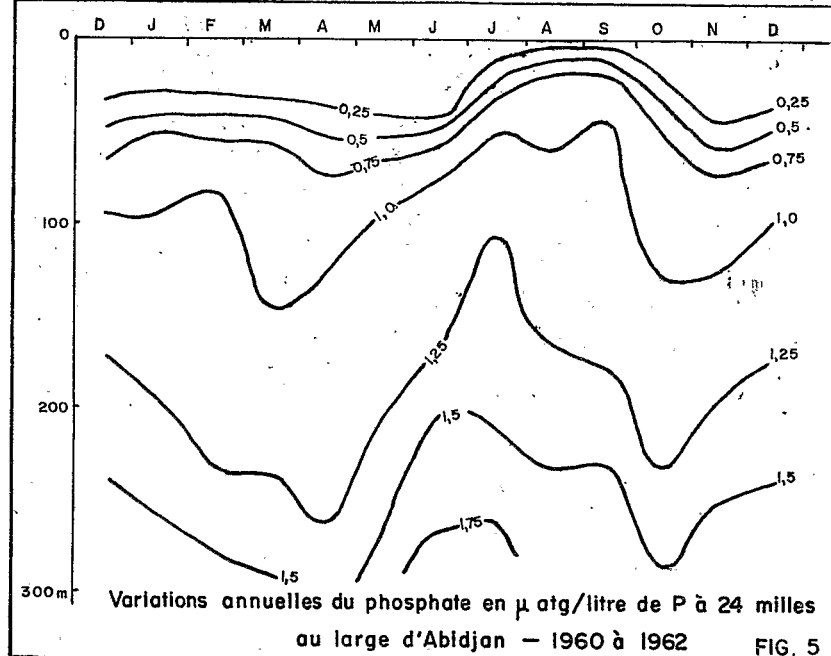
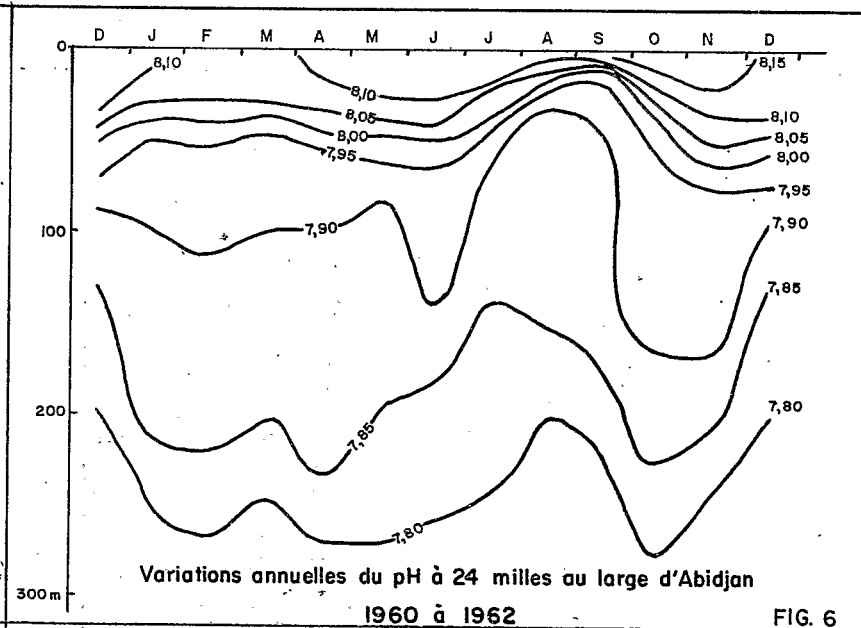
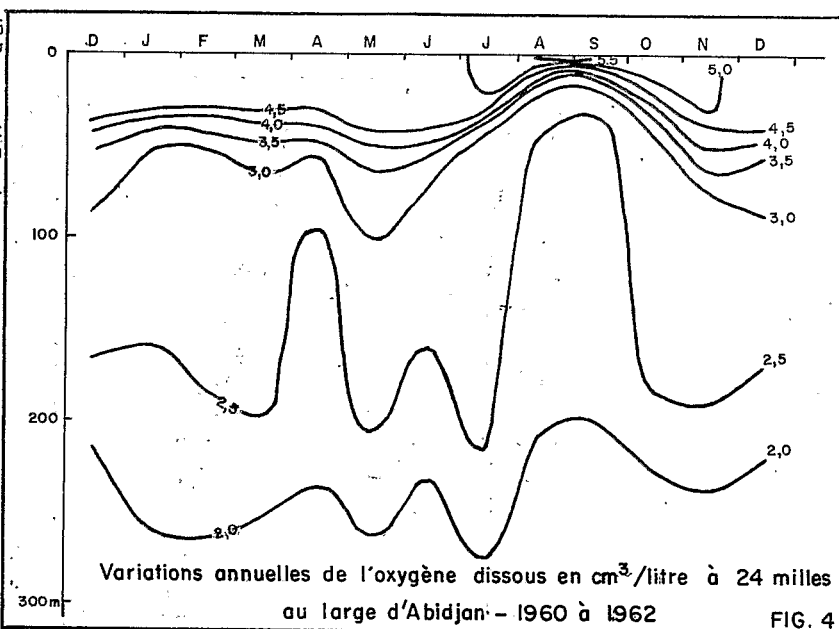
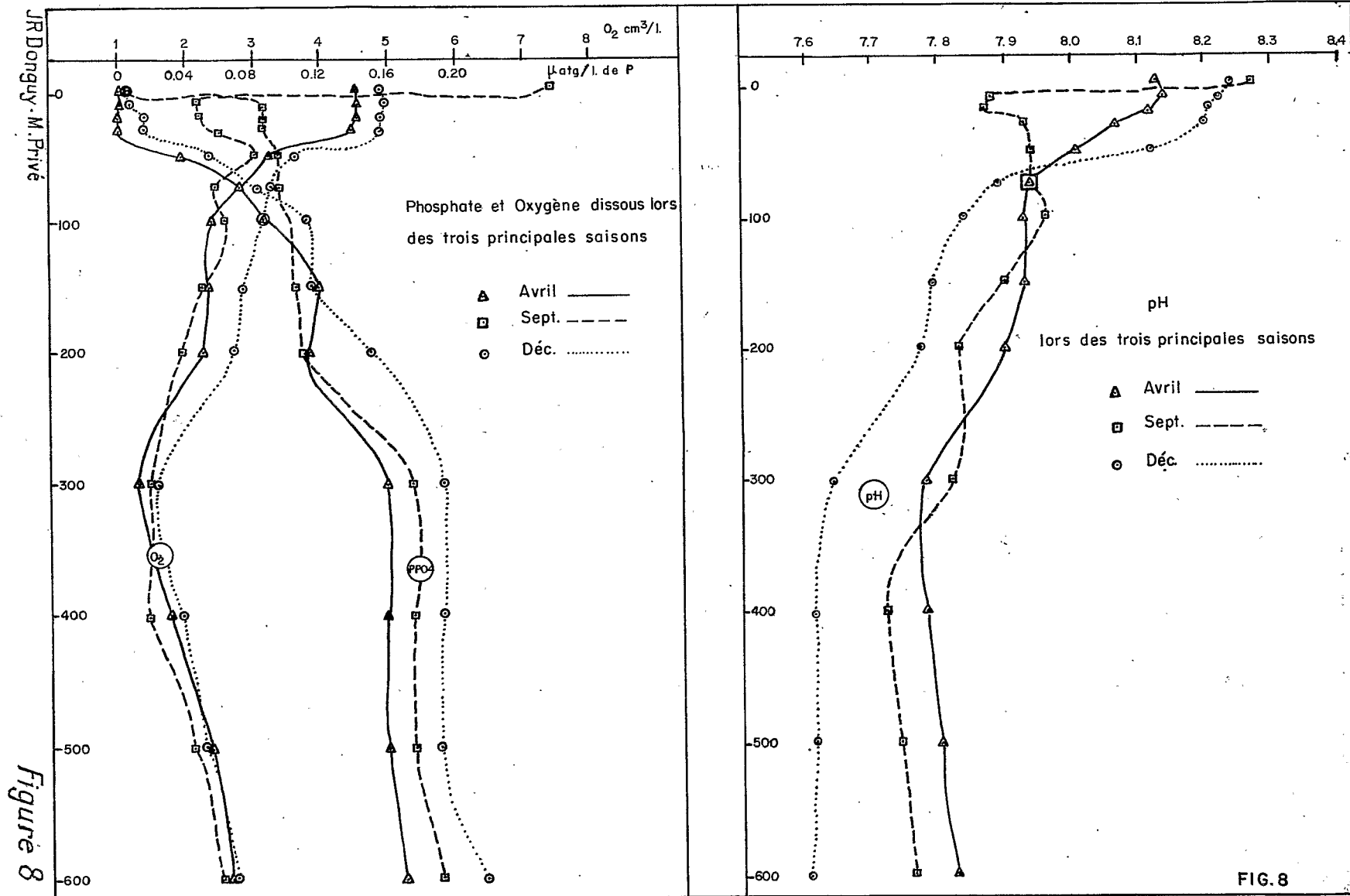


Fig. 3





et la surface. La saturation est rarement atteinte. Pour cette même couche, la concentration en phosphate est comprise entre 0 et 0,25 $\mu\text{atg/l P.P.O}_4$.

L'augmentation de teneur en phosphate d'abord rapide, se stabilise et se poursuit jusqu'à 1000 mètres environ.

En toute saison la concentration en oxygène est minimale vers 300 mètres ($0,25 \text{ cm}^3/\text{l}$ en moyenne).

La figure 8 montre les courbes de variation avec la profondeur de la concentration en oxygène, en phosphate et du pH aux mois d'avril, septembre et décembre. A toutes les stations, les gradients les plus forts sont à la même immersion.

Au-dessus de la thermocline, les conditions physico-chimiques sont donc très homogènes. Les débris organiques se concentrent sur la pycnocline et s'y oxydent : la concentration en oxygène s'abaisse et le pH diminue. De même la pycnocline empêche la remontée en surface du phosphate dont la concentration se renforce en-dessous.

Nombreuses sont les conséquences biologiques de phénomènes aussi bien caractérisés que la teneur en oxygène et en phosphate et le pH. La plus immédiate est le développement du plancton dont on a mesuré la concentration. Nous disposons de trois années de pêches de plancton de surface effectuées dans les mêmes conditions* à 24 milles au large d'Abidjan de 1960 à 1962. Les moyennes mensuelles laissent apparaître deux maximums : l'un en février et l'autre en saison froide de juillet à octobre (fig.9). Ces maximums sont à rapprocher des minimums de transparence observés au disque de Secchi aux mêmes périodes (fig.10). Il se pourrait donc que la transparence soit liée à la concentration comme le suggère la couleur verte observée en saison froide.

De même la saturation en oxygène observée en surface pendant la saison froide ne peut être due qu'à une photosynthèse très active du phytoplancton dont le développement est favorisé par l'augmentation de la teneur en phosphate (fig.4 et 5). Quant au maximum d'activité planctonique de février, qui coïncide aussi avec un minimum de transparence, il semble que son origine ne saurait être liée à aucune des conditions physiques et physico-chimiques étudiées, celles-ci étant remarquablement stables à cette époque.

* Il ne faut pas dissimuler que la précision de ces pêches de plancton laissait à désirer. Elles n'avaient à l'origine qu'un but qualitatif et leur exploitation de manière quantitative ne fut décidée qu'à posteriori. Le filet avait une ouverture de 50 cm^2 et était traîné seulement cinq minutes.

II - VARIATIONS ANNUELLES DES CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES ENTRE ABIDJAN ET L'EQUATEUR

1) Conditions superficielles

Elles sont présentées sur un graphique où figurent les variations de concentration superficielle en oxygène et en phosphate dissous en fonction du temps entre Abidjan et l'Equateur (fig.11). Si le régime saisonnier de l'oxygène présente les mêmes caractères que ceux déjà mis en évidence devant Abidjan, on ne peut aussi facilement conclure au sujet de la concentration en phosphates. En saison chaude la teneur en oxygène des eaux de surface est comprise entre $4,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ et $5 \text{ cm}^3/\text{l}$ et celle en phosphate est très proche de zéro. En saison froide pendant l'upwelling de juillet à octobre, la teneur en oxygène est supérieure à $5 \text{ cm}^3/\text{l}$; elle est maximale de $4^{\circ}00'N$ à la côte. La concentration en phosphate devient alors supérieure à $0,10 \mu\text{atg/l P.P.O}_4$.

2) Structure verticale

Les grandes lignes de la structure verticale des conditions physico-chimiques de l'Atlantique Sud tropical ont été nettement dégagées par les travaux du "Meteor" (WATTENBERG - 1938). Ces conditions présentent les mêmes caractères saisonniers quoique moins accusés que ceux mis en évidence à 24 milles au Sud d'Abidjan. Sur toute l'épaisseur de la couche située entre la thermocline et la surface, les conditions semblent à peu près homogènes.

A la thermocline et à la halocline correspond, à la même profondeur, le gradient maximal de concentration en oxygène et en phosphate. L'upwelling entraîne une remontée très importante de phosphate vers la surface entre $4^{\circ}00'N$ et la côte (fig.14).

Au-dessous de la thermocline, les coupes verticales de phosphate et oxygène sont classiques : la concentration en phosphate augmente régulièrement pour atteindre $1,5$ à $1,75 \mu\text{atg/l P.P.O}_4$ à 300 mètres. De même la teneur en oxygène diminue régulièrement pour atteindre son minimum ($1,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ environ) entre 300 et 400 mètres. Au-dessous de ce minimum, la concentration augmente régulièrement.

III - CORRELATION ENTRE L'OXYGENE DISSOUS ET LA TEMPERATURE

Depuis RILEY (1951) et REDFIELD (1942), on connaît du Nord au Sud de l'Atlantique la distribution de l'oxygène et des sels nutritifs suivant des surfaces d'égale densité. Ces mesures, cependant, ne concernent pas le golfe de Guinée.

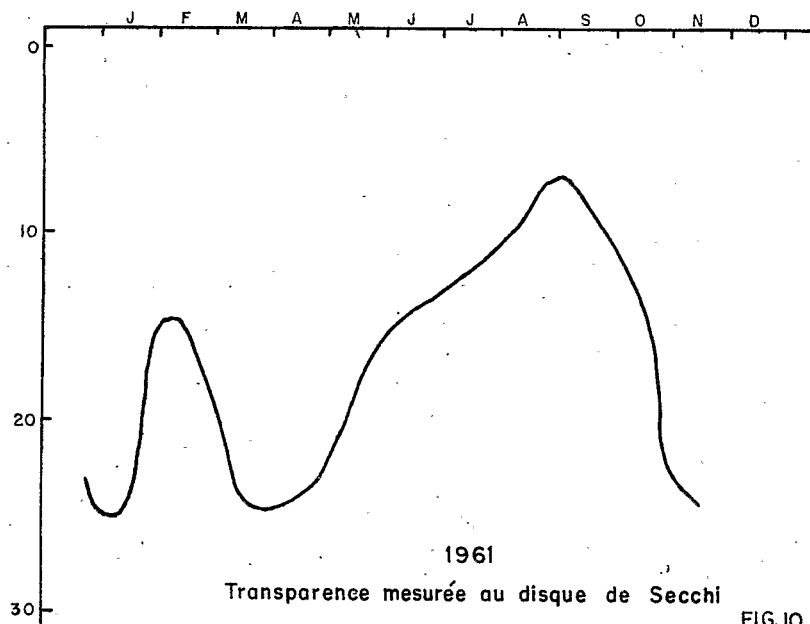


FIG. 10

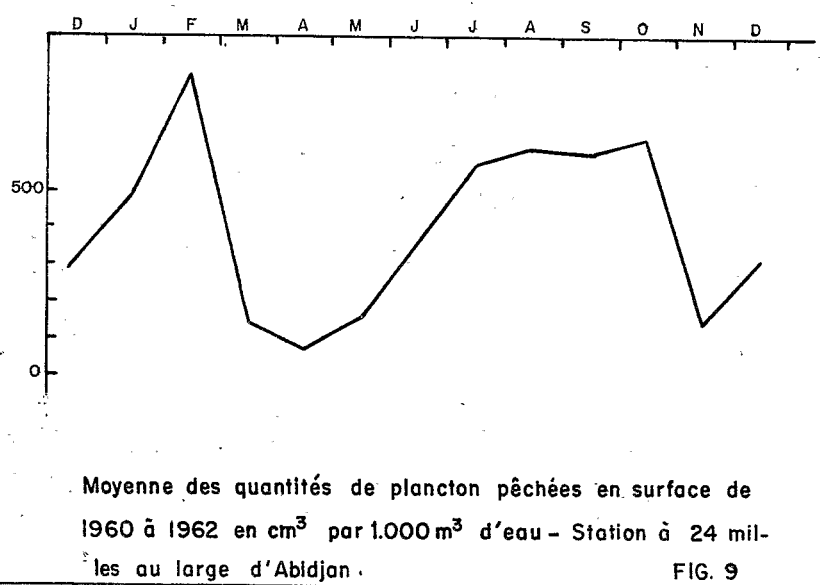
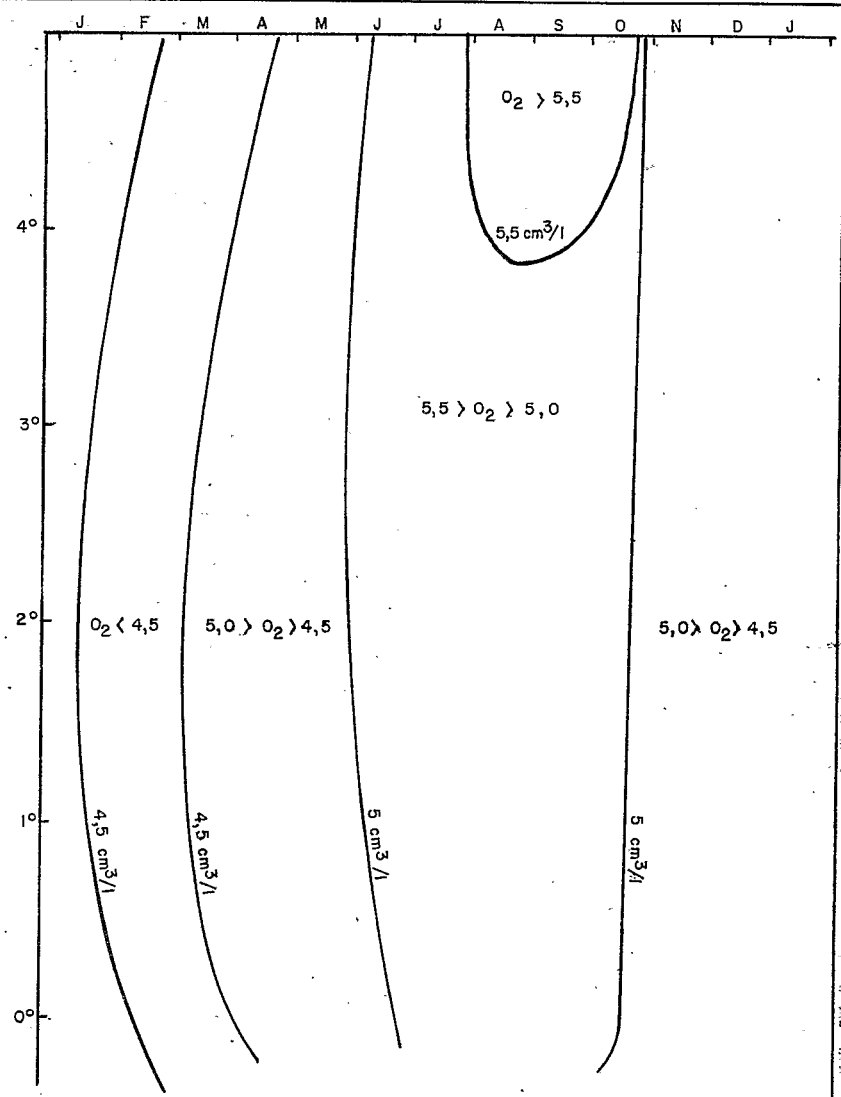
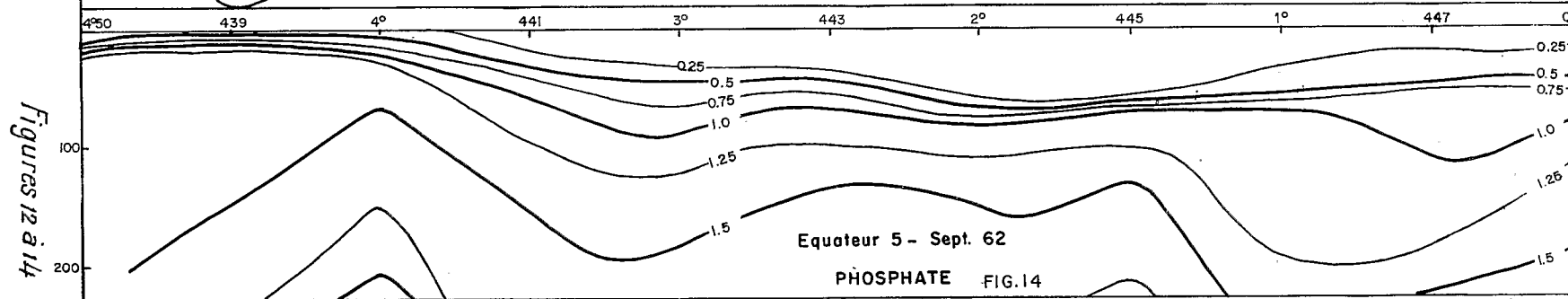
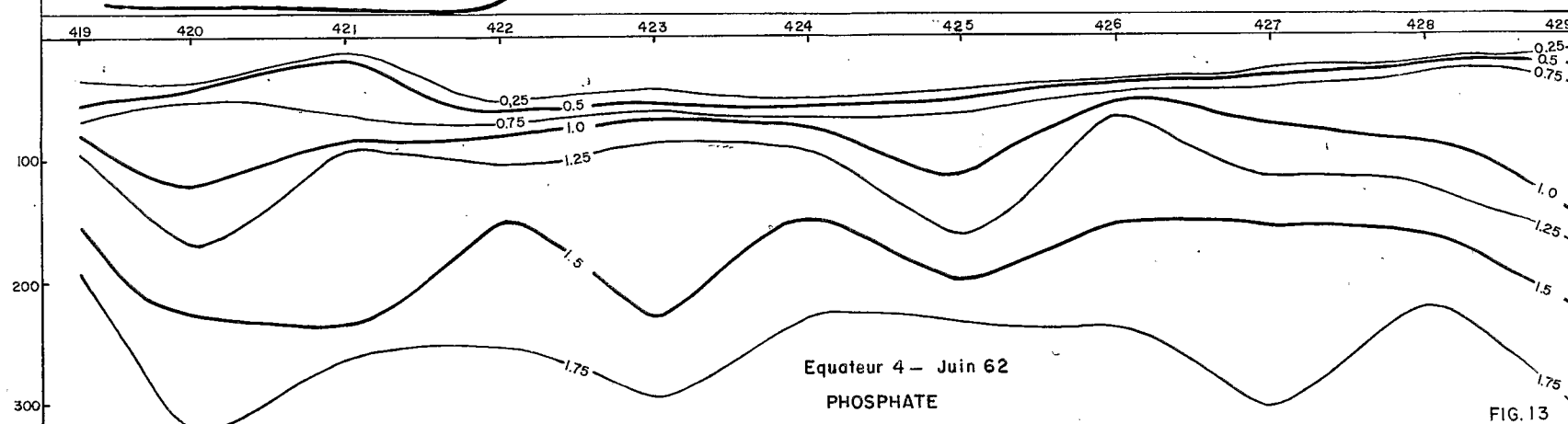
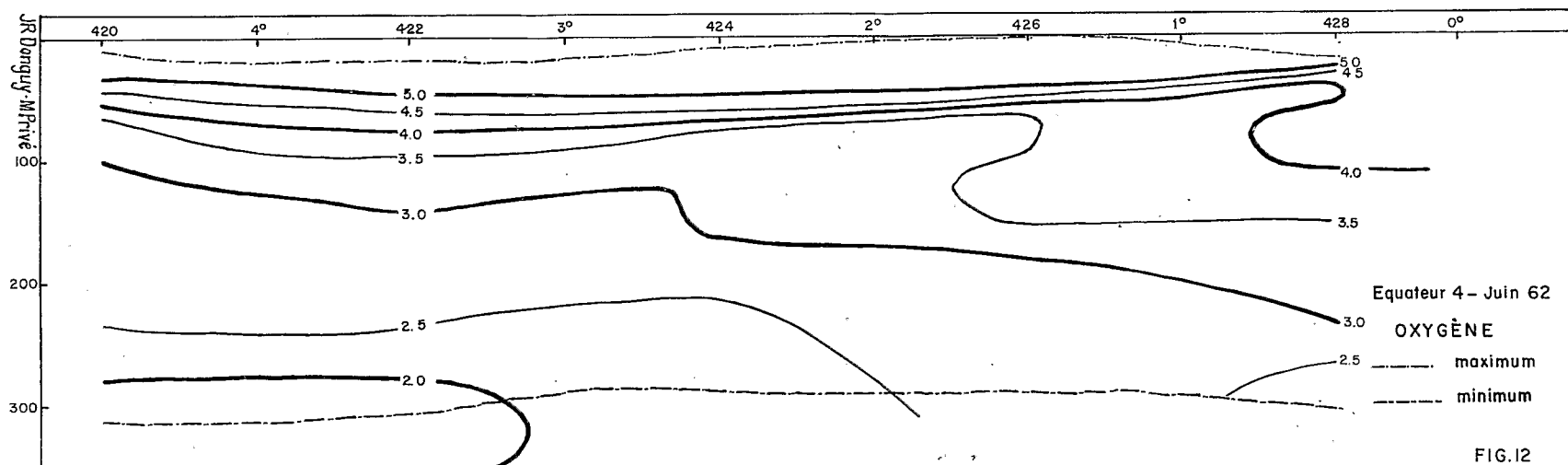


FIG. 9



Variation de la concentration en oxygène en surface exprimée en cm^3 / litre entre Abidjan et l'Equateur.

FIG. 11



figures 12 à 14

ROTSCHI (1961) a mis en évidence des corrélations intéressantes entre l'oxygène, la température et la salinité dans le Pacifique. Il en a déduit des indications utiles sur l'origine des eaux tropicales. Nous étudierons ici les mêmes corrélations pour la zone comprise entre Abidjan et l'Equateur.

La corrélation à 24 milles au large d'Abidjan entre l'oxygène dissous et la température a été examinée en utilisant les moyennes mensuelles calculées à partir des années 1960 à 1962 (fig.15). On distingue ainsi quatre couches distinctes pour lesquelles la corrélation entre la température et la teneur en oxygène dissous est spécifique.

Au voisinage de la surface on rencontre une couche isoxygène qui, en saison chaude a une valeur de $4,75 \text{ cm}^3/\text{l}$ en moyenne et qui s'étend jusqu'à 25°C . En saison froide, elle est supérieure à $5 \text{ cm}^3/\text{l}$, donc sursaturée et s'étend jusqu'à 22°C . Cette couche repose sur la thermocline. Au-dessous, la concentration en oxygène diminue avec la température et la courbe $T(O_2)$ passe approximativement de 19° et $3 \text{ cm}^3/\text{l}$ à 13° et $2 \text{ cm}^3/\text{l}$.

La troisième couche s'étend du minimum d'oxygène ($1,25 \text{ cm}^3/\text{l}$) à $2,75 \text{ cm}^3/\text{l}$. La température correspondante diminue de $11,5$ à 6°C .

La dernière couche atteinte par les mesures montre une forte augmentation de concentration en oxygène pour une faible diminution de température. La teneur $2,75 \text{ cm}^3/\text{l}$ correspond à de l'eau à 5°C et $4,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ à de l'eau à $4,3^\circ\text{C}$.

En s'éloignant de la côte vers l'Equateur, si les conditions de surface restent à peu près semblables, la courbe $T(O_2)$ relative aux stations effectuées entre $1^\circ 00' \text{N}$ et l'Equateur subit de très nettes déformations (fig.16). Près de l'Equateur il n'y a plus de différences essentielles entre la saison chaude et la saison froide. Après la couche isoxygène de surface, la courbe $T(O_2)$ présente une diminution régulière de la teneur en oxygène avec la température, de $5 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour 25°C à $3,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour 14°C .

Entre 14°C et 11°C , il y a une discontinuité due probablement à la deuxième thermocline située entre 200 et 300 mètres (DEFANT - 1936). Nous atteignons ensuite le minimum de concentration en oxygène ($2 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour 11°C) puis la teneur augmente régulièrement en profondeur jusqu'à $3,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ qui correspond à $4,5^\circ\text{C}$. Au-dessous la concentration en oxygène continue à augmenter à raison de $2,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ par degré. La comparaison des deux graphiques 15 et 16 permet quelques constatations:

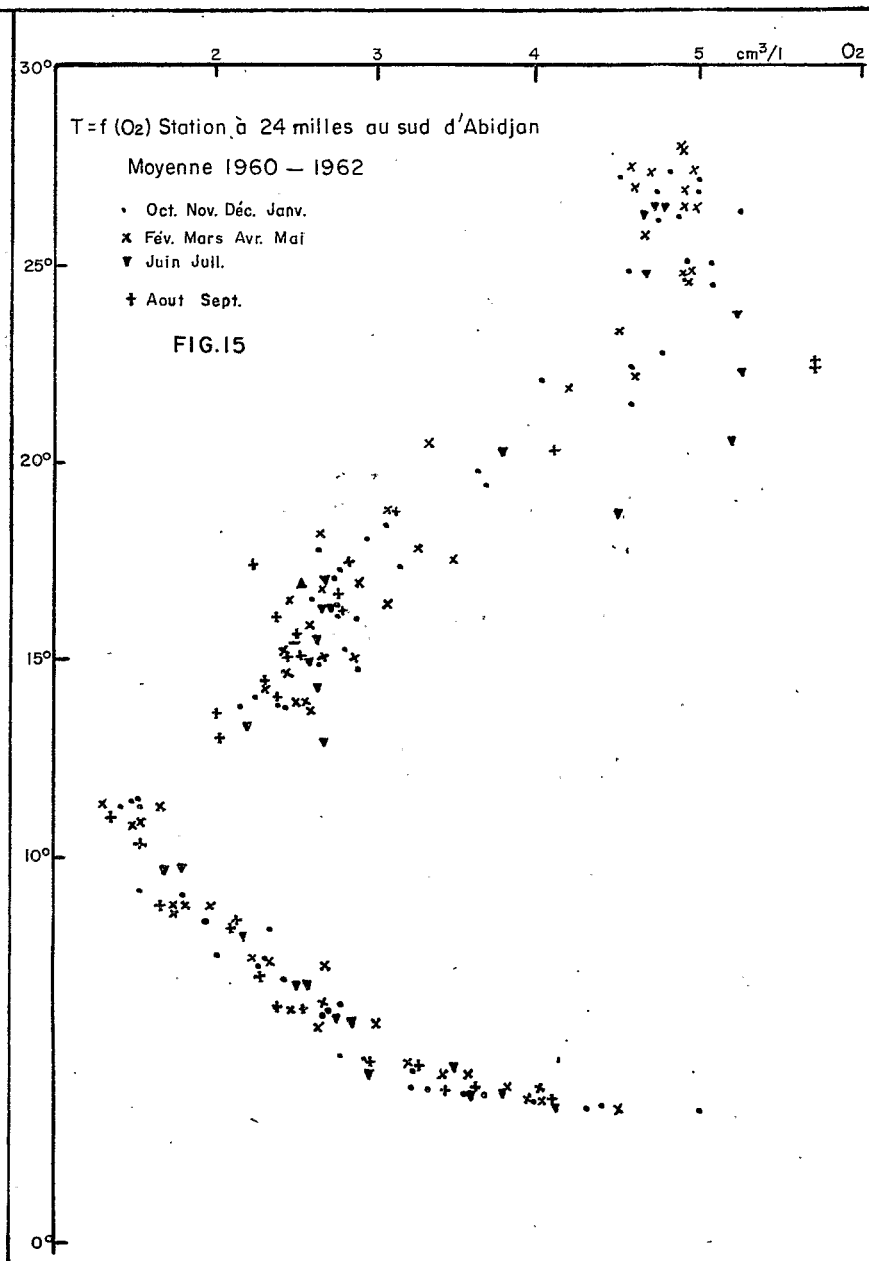
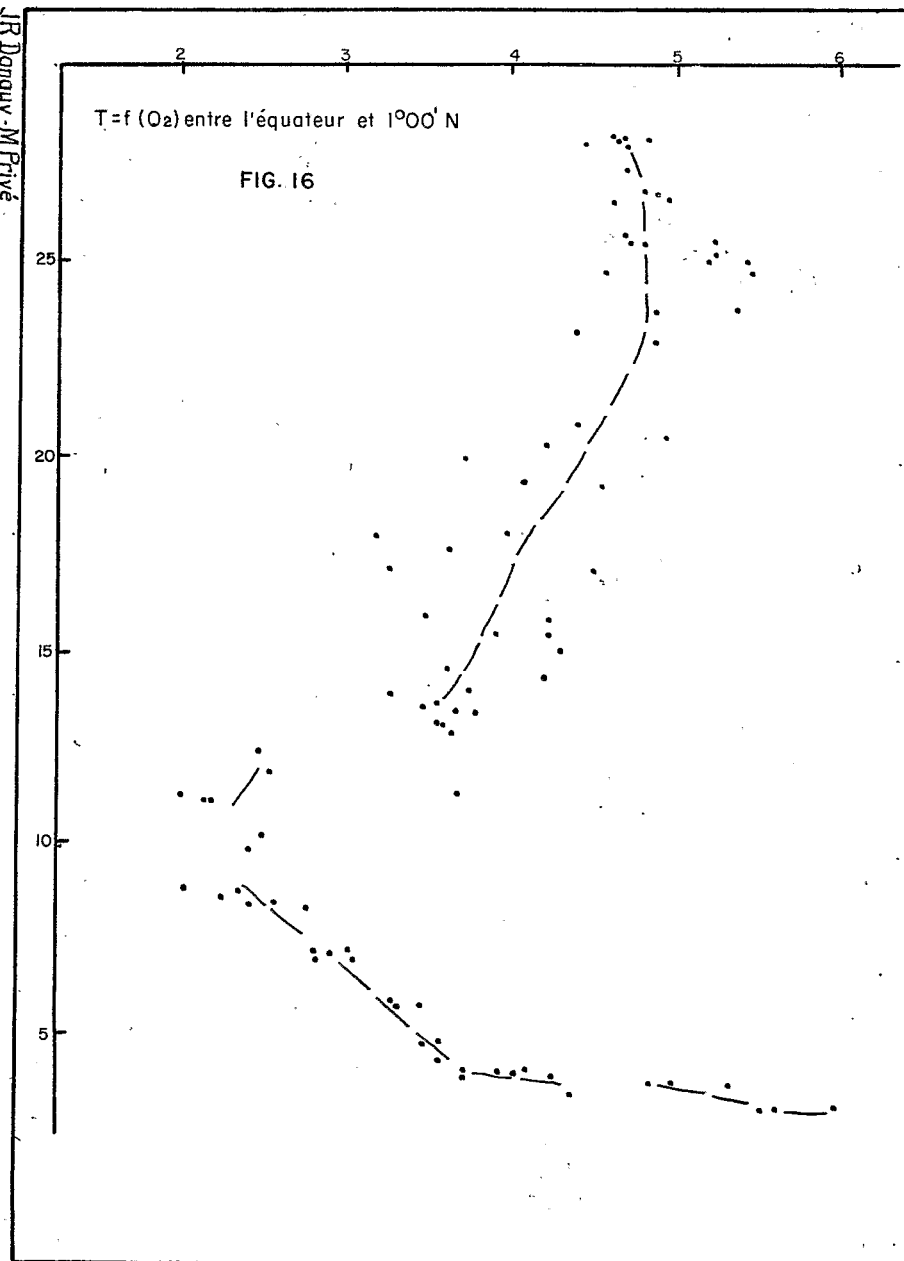
1°) Pour des températures voisines, la concentration en oxygène semble moins forte à l'Equateur que près de la côte.

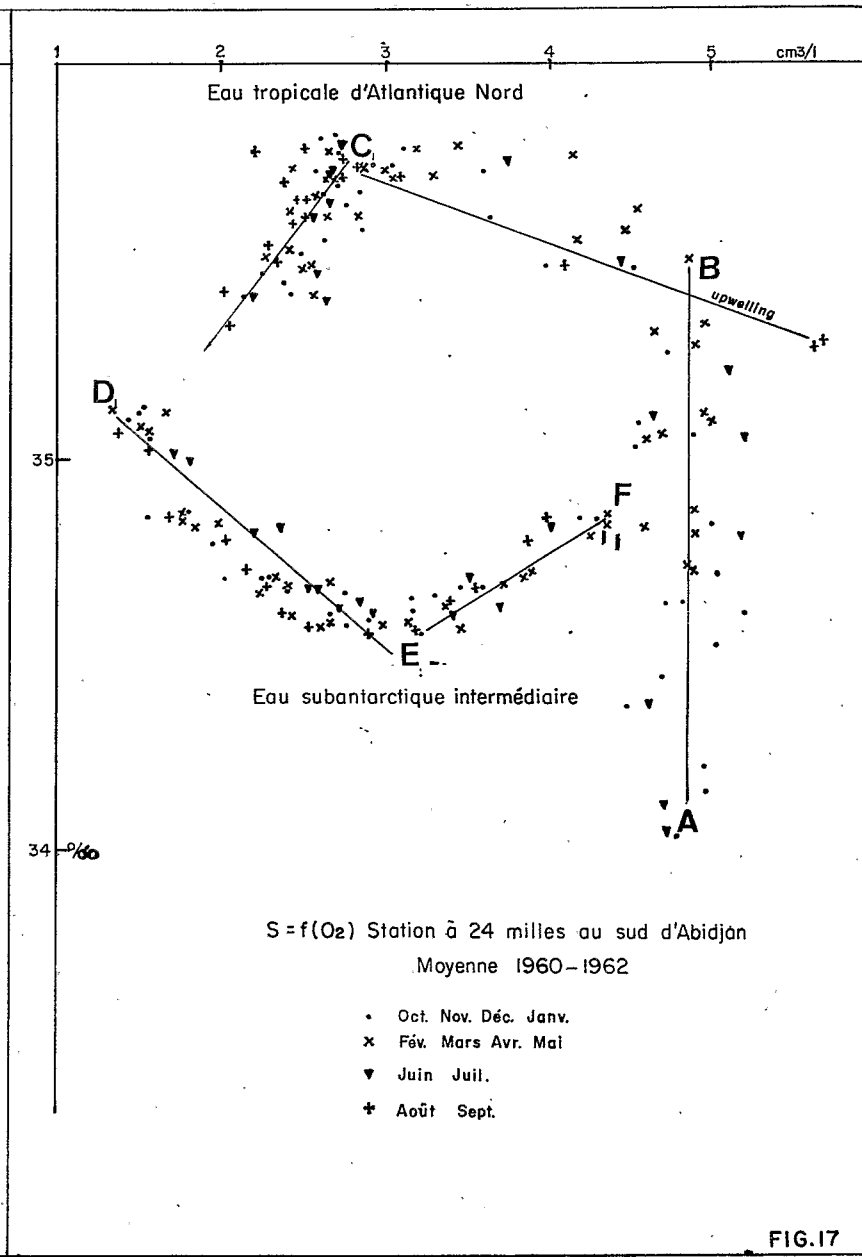
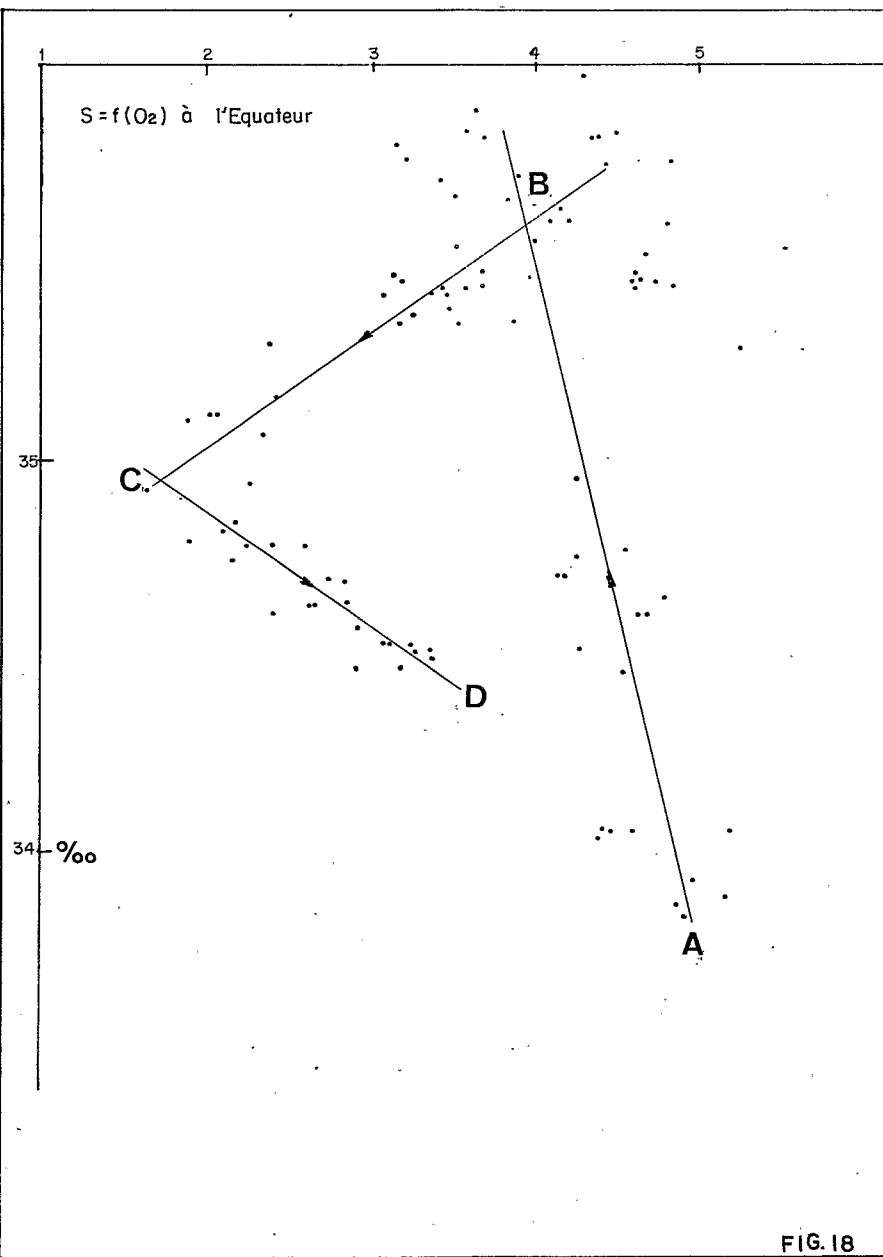
2°) La deuxième thermocline paraît introduire dans la concentration en oxygène une discontinuité beaucoup plus importante qu'à 24 milles au Sud d'Abidjan.

Moyenne mensuelle de la concentration en O₂ en cm³/litre sur 3 années

(1960 à 1962)

Nombre de stations	6	3	4	3	2	3	1	4	6	5	5	2
Profondeur en m	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
0	4,72	4,89	4,70	4,57	4,87	4,75	5,20	5,64	5,68	5,06	4,98	4,80
10	4,74	4,91	4,99	4,61	4,91	4,73	5,23	4,09	3,08	5,05	4,98	4,49
20	4,55	4,90	4,92	4,65	4,94	4,64	5,13	2,82	2,23	4,57	5,22	4,84
30	4,53	4,16	4,56	4,48	4,87	4,65	4,45	2,75	2,52	3,64	4,90	4,74
50	3,03	3,05	3,45	3,29	4,14	3,74	2,69	2,37	2,75	2,62	4,00	3,61
75	2,59	2,65	2,87	2,63	3,21	2,76	2,69	2,48	2,51	2,70	2,92	3,12
100	2,62	2,57	2,70	2,45	3,01	2,69	2,62	2,46	2,52	2,74	2,73	2,85
150	2,51	2,43	2,63	2,41	2,83	2,56	2,61	2,36	2,29	2,78	2,88	2,63
200	2,43	2,57	2,51	2,28	2,56	2,20	2,66	2,03	2,01	2,26	2,39	2,15
300	1,43	1,56	1,49	1,32	1,69	1,79	1,70	1,54	1,37	1,52	1,51	1,56
400	1,75	1,81	1,76	1,75	1,97	2,18	2,33	2,09	1,68	1,54	1,80	1,94
500	2,29	2,22	2,39	2,31	2,65	2,51	2,53	2,27	2,14	2,01	2,24	2,39
600	2,39	2,65	2,61	2,44	2,98	2,73	2,83	2,53	2,38	2,74	2,66	2,62
800	2,76	3,16	3,37	-	3,48	2,93	3,42	3,21	2,91	2,91	3,18	3,22
1000	3,18	3,72	3,91	-	3,85	3,51	3,70	3,56	3,38	3,47	3,59	3,30
1200	3,88	4,39	4,38	-	4,28	4,03	-	4,00	3,88	5,02	4,31	4,19





3°) Le minimum d'oxygène semble avoir une valeur supérieure de $0,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ à celle observée par $4^{\circ}50'N$. Cette diminution correspondrait à une consommation d'oxygène de $1 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour 1000 km, en supposant un flux dirigé du Sud au Nord, hypothèse très vraisemblable.

IV - CORRELATION ENTRE L'OXYGENE DISSOUS ET LA SALINITE

Comme pour la température, nous avons utilisé les moyennes mensuelles calculées à partir des mesures faites de 1960 à 1962 (fig.17) pour examiner la corrélation entre l'oxygène et la salinité à 24 milles au Sud d'Abidjan.

On peut distinguer cinq couches distinctes : sous la surface on trouve en saison chaude une couche isoxygène dont la teneur est environ $5 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour une salinité comprise entre 34 o/oo et $35,3 \text{ o/oo}$. Cette couche, représentée par la partie AB de la courbe, est la couche de couverture qui en saison froide n'existe pas. Entre $35,3 \text{ o/oo}$ et le maximum de salinité (aux environs de $35,8 \text{ o/oo}$) la concentration en oxygène passe de $5 \text{ cm}^3/\text{l}$ à $2,75 \text{ cm}^3/\text{l}$. C'est la partie BC de la courbe qui correspond à la thermocline.

Si l'on admet comme DEFANT (1936) que le maximum de salinité correspond à une plongée de l'eau tropicale d'Atlantique Nord qui se produirait vers $15^{\circ}N$ et $20^{\circ}W$ c'est-à-dire environ à 2 000 km d'Abidjan, la diminution de la concentration en oxygène aurait un taux de $1 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour 1000 km en accord avec le chiffre trouvé dans le précédent paragraphe.

La salinité et la concentration en oxygène diminuent ensuite régulièrement jusqu'au minimum d'oxygène ($1,5 \text{ cm}^3/\text{l}$) situé vers 300 mètres d'immersion et correspondant à une salinité de $35,1 \text{ o/oo}$ environ, suivant la courbe CD.

La courbe DE montre ensuite qu'entre le minimum d'oxygène et le minimum de salinité, la teneur en oxygène augmente jusqu'aux environs de $3 \text{ cm}^3/\text{l}$. Au-dessous la salinité et la concentration en oxygène augmentent jusqu'au fond avec un facteur de proportionnalité de l'ordre de $1 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour $0,25 \text{ o/oo}$ suivant la courbe EF.

A l'équateur le graphique S (O_2) est moins homogène (fig.18). On y distingue seulement trois couches assez nettes. De A à B, entre la surface et le maximum de salinité la concentration en oxygène dissous et la salinité varient linéairement depuis $35,8 \text{ o/oo}$ et $3 \text{ cm}^3/\text{l}$.

Au-dessous, entre B et C, la salinité décroît régulièrement ainsi que la concentration en oxygène jusqu'au minimum d'oxygène ($2 \text{ cm}^3/\text{l}$ pour une salinité de 35 o/oo). Ensuite, de C à D, tandis que la salinité continue à décroître, la teneur en oxygène augmente; les mesures n'ont en général été poussées que jusqu'à un point situé entre 500 et 1000 mètres ($34,5 \text{ o/oo}$ et $3,5 \text{ cm}^3/\text{l}$).

Le rapprochement des graphiques 17 et 18 permet de constater que :

1°) Comme nous l'avons déjà vu pour le graphique T (O₂) la teneur en oxygène dissous à une profondeur donnée semble être moindre à l'Equateur que devant Abidjan, sauf en surface où elle est légèrement supérieure.

2°) D'après DEFANT, dans la zone comprise entre le cap des Palmes et le golfe du Bénin, le maximum de salinité a une valeur inférieure à 35,8 o/oo près de la côte, une valeur supérieure entre 3°00 et 2°00'N et une valeur inférieure entre 2°00'N et l'Equateur. Or dans la deuxième partie de cette étude nous avons vu que si le maximum de salinité était effectivement proche de 35,8 o/oo près de la côte, sa valeur augmente en arrivant à l'Equateur jusqu'à 36,3 o/oo ce qui suggère deux origines différentes : près de la côte, origine boréale, à l'Equateur origine australe du maximum de salinité par plongée de l'eau tropicale.

D'autre part le maximum de salinité à l'Equateur est associé à une concentration en oxygène nettement supérieure à celle observée devant Abidjan : 3,5 cm³/l en moyenne au lieu de 2,75 cm³/l. Comme ce maximum de salinité est à la limite de la zone euphotique, sa forte teneur en oxygène ne peut s'expliquer que par une plongée plus récente des eaux salées tropicales qui se produirait au sud de l'Equateur. La concentration en surface étant comprise entre 4,5 et 5 cm³/l, la diminution de teneur en oxygène se tiendra entre 1 et 1,5 cm³/l. Si on admet un taux de diminution de 1 cm³/l pour 1000 km, le lieu de convergence de cette eau tropicale est situé à une distance de l'ordre de 1000 à 1500 km de l'Equateur.

G.R. BERRIT (1959) a aussi signalé de très fortes valeurs du maximum de salinité (35,75‰ à 35,99‰) dans la baie de Biafra et en a déduit une origine australe. Il semblerait donc que les eaux très salées originaires de l'Atlantique Nord longent la côte du golfe de Guinée et ne dépassent pas 2°00'N tandis que celles qui proviennent de l'Atlantique Sud s'avancent largement au Nord de l'Equateur.

BIBLIOGRAPHIE

- BERRIT G.R. (1958) - Les Saisons Marines à Pointe-Noire - Bulletin d'Information du COEC, X, 6 (juin 1958) pp.335-360.
- BERRIT G.R. (1959) - Résultats Scientifiques des Campagnes de la "Calypso" Fasc.IV - Océanographie Physique Ann. Inst. Océan. T.37, 1959, pp.37-73.
- DEFANT A. (1936) - Die Troposphäre des Atlantischen Ozean Wiss. Erg. Deutch. Atl. Exp. Meteor 1926 - 27 Bd VI - I Teil, 1936.

- REDFIELD A.C. (1942) - The processes determining the concentration of oxygen, phosphate and other organic derivatives with in the depth of the Atlantic Ocean - Pap. Phys. Oceanogr. Meteor. 9.2. 1942.
- RILEY G.A. (1951) - Oxygen, phosphate and nitrate in the Atlantic Ocean-Bingham Oceanogr. Coll. Bull. - 13.1 1951.
- ROTSCHI H. (1961) - Sur certaines propriétés chimiques des eaux équatoriales et tropicales du Pacifique. Caractères généraux de la distribution de l'oxygène dissous - Cahiers Océanographiques XIII, 1 (janvier 1961) pp.14-31.
- VARLET F. (1958) - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan - Etudes Eburnéennes VII.
- WATTENBERG H. (1958) - Sauerstoff in Phosphat - Meteor Werk Band I X, Mit Atlas - Berlin.
- WOOSTER W.S. et N.W. RAKESTRAW (1951) - The estimation of dissolve Phosphates in sea water - Journ.Mar.Res. X (1) 1951.
- Travaux du Centre de Recherches Océanographiques de Côte d'Ivoire - Résultats hydrologiques 1956-1959 et 1960.

551.463
551.464
551.465.43